

УДК 615.849.19.03:616-002

М.В. Цокота, аспірант гр. ПБ-72ф
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИМІРЮВАННЯ ВИХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ТЕРАПІЇ

Анотація. Ефект від терапевтичних процедур створюється з урахуванням ряду параметрів. Вихідна потужність променю є одним з ключових факторів для низькоінтенсивної лазерної терапії (НІЛТ), оскільки вона має пряму кореляцію з якістю проведення процедур. Різниця між реальною потужністю випромінювання (РПВ) і номінальною потужністю випромінювання (НПВ) може впливати на очікуваний результат. В роботі проводиться дослідження відхилення цих значень в пристроях клінічного використання та методика налаштування номінальних показників.

Ключові слова: лазерна терапія низького рівня; вимірювання потужності; світлодіодний лазер.

ВСТУП

В сучасній науці використання лазера з різними довжинами хвилі та потужності застосовується в найрізноманітніших сферах, зокрема, в медичній терапії. Значною мірою збільшується використання лазерів для низькоінтенсивної терапії (НІЛТ) в медицині та косметології.

Деякі з найважливіших параметрів для розрахунку необхідної дози в НІЛТ залежать від фактичної потужності, що подається лазерним обладнанням.

Методики терапії базуються на розрахунку проходження випромінювання через тканини, при якому значення лазера базується на номінальних вихідних значеннях.

Дане дослідження спрямоване на визначення реальної вихідної потужності лазерних терапевтичних пристроїв.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Терапевтичний вплив лазерного випромінювання розраховується з урахуванням особливостей тканин. Ряд досліджень вимірювання температури шкіри при проведенні лазерної терапії [1] відображають методи динамічного контролю температури при дії лазера. Проте в ході терапії процедура назначається базуючись на вихідних номінальних значеннях потужності лазера. Реальні значення з часом можуть відрізнитися від номінальних. Тому це може впливати на ефективність терапії.

Характерною особливістю лазерів є спектральна монохроматичність та когерентність. Проте в технічних засобах використовуються також світлодіодні та газорозрядні (теплові) джерела випромінювання, які є економічно вигіднішими в застосування. В таких, за допомогою різних монохроматорів (інтерференційних світлових фільтрів, дифракційних решіток тощо) вирізають відносно вузьку спектральну лінію шириною 8-14 нм з максимумом по довжині хвилі лазера, який береться за еталон. [2]

Оскільки смуги теплових та світлодіодних лазерів є широкими в своєму спектрі, існує ймовірність похибки в значенні також реальної інтенсивності. Робоче значення потужності для некогерентного вузько смугового випромінювання має надзвичайно важливе значення та впливає на ефективність результату від терапії. [3]

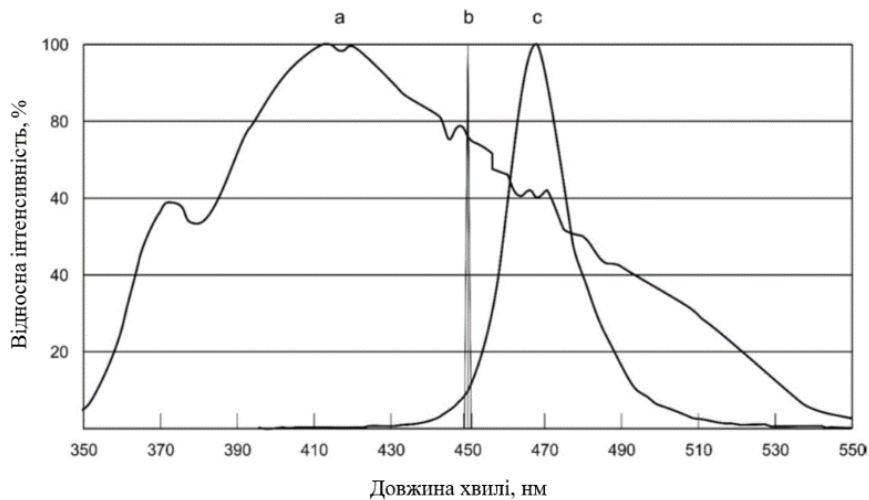


Рисунок 1. Спектри випромінювання лазерних елементів:

а) лампа Фінсена зі спеціальним фільтром; б) лазерний діод PL 450B OSRAM; в) світловипромінюючий діод NBSB046AT NICHIA.

Деякі з найважливіших параметрів для розрахунку дози в НІЛТ залежать від фактичної вихідної лазерної потужності, від якої залежить енергія, що фактично досягає цільової тканини.

Особливість впливу при лазерній терапії напряму залежать від параметрів випромінювання та середовища роботи лазера.

Дослідження показали, що, що лазерні електротехнічні засоби не часто піддаються періодичному обслуговуванню. Побічними чинниками, що впливають на променеву потужність є очищення зовнішньої оптичної поверхні від забруднень, використання пластикових плівок для захисту лазера та час використання. [4]

При використанні світлодіодних лазерів ефект від терапевтичної дози при цьому не є передбачуваним за розрахунками.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Порівнюючи номінальні та виміряні значення потужності випромінювання, виявлено що при номінальних значеннях потужності від 30 до 109 мВт, реальні значення коливалися від 12,92 до 109 мВт. Це відповідає розбіжності від 43% до 109% від номінальних значень. [5]

Заявлені допустимі відхилення від виробників свідчать про похибку до 5%. Та на практиці дані відрізняються. Кількість енергії, що надходить до тканини, є одним з головних факторів успіху проведеної терапії, та впливає зі значень потужності та площа плями впливу. Дослідження базувалося на оцінці пристроїв в умовах клінічного використання. Таким чином, навіть якщо обладнання не має електротехнічних зауважень, існує ймовірність відхилення від номінального значення.

Більші відхилення можуть вплинути на очікуваний терапевтичний результат, або не дати очікуваних результатів від терапії.

Особливістю для лазерної терапії, є зокрема терапевтичне вікно дози: нижче певної дози очікувані результати не спрацьовують і, перш за все, результати можуть бути всупереч очікуванням. Тому, якщо фактична потужність не дорівнює номінальній потужності, терапія, яка вводиться, не може бути успішною.

Таким чином, для максимального результату потрібно вводити планове калібрування до проведення терапевтичних процедур.

Світлодіодним лазером, які мають широкий монохроматичний спектр, варто приділяти особливу увагу для вибору потужності впливу. Вони є популярними в використанні, тож потребують подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

Фактична вихідна потужність лазерного випромінювача може відрізнятися від номінальних значень, що спричиняє інший ефект від терапевтичних процедур.

Випромінювання потужності є важливим фактором, який слід враховувати, оскільки воно впливає на кількість енергії, що надходить до тканини-мішені. Різниця між реальною і номінальною потужністю випромінювання може заважати очікуваним терапевтичним результатам, оскільки пацієнт отримуватиме меншу або більшу енергію випромінювання, ніж необхідну для терапії.

В клінічних умовах важливо систематично перевіряти та калібрувати апарати для НІЛТ перед проведенням процедур для отримання бажаного розрахункового терапевтичного ефекту від процедури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, М. Р. Печена. «Моніторинг зміни температур при лазерній терапії». *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*, Серія приладобудування, №47, с.156-162, 2014.
- [2] М. Ф. Терещенко, С. П. Якубовський, «Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням» *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*, Серія приладобудування, — №44, с. 90–97, 2012.
- [3] Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко, «Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси у біологічних тканинах», *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*. Серія приладобудування. - Вип. 49. - с. 153-158, 2015.
- [4] С.В. Москвин «Можно ли для лазерной терапии применять светоизлучающие диоды?» *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2017. №2. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/3-2.pdf> (дата обращения: 26.04.2017). DOI: 10.12737/article_5909a3c0e5f805.90833502.
- [5] André Machado de Senna, Rosa Maria Machado-de-sena, Arseni Lázaro Facundes, Patrícia Barros Nepomuceno, Wanilza Sávy Florentino, Ronyere Olegário de Araújo, "Low-level laser therapy equipment needs calibration before clinical use," *Proc. SPIE 10582, Laser Florence 2017: Advances in Laser Medicine*, 105820D (12 April 2018); doi: 10.1117/12.2315562

Наук. керівник – д.т.н., проф. Тимчик Г.С.